



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類5 B23K 26/08	A1	(11) 国際公開番号 WO 90/09864 (43) 国際公開日 1990年9月7日(07.09.1990)
(21) 国際出願番号 PCT/JP90/00254 (22) 国際出願日 1990年2月28日(28.02.90) (30) 優先権データ 特願平1/48473 1989年3月2日(02.03.89) JP (71) 出願人(米国を除くすべての指定国について) ファナック株式会社(FANUC LTD.)(JP/JP) 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 Yamanashi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人(米国についてのみ) 島居信利(TORII, Nobutoshi)(JP/JP) 〒192 東京都八王子市高倉町65-4 芙蓉ハイテック308号 Tokyo, (JP) 伊藤 進(ITO, Susumu)(JP/JP) 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3539-1 ファナックマンションヘリモミ7-204 Yamanashi, (JP) 寺田彰弘(TERADA, Akihiro)(JP/JP) 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3511-1 ファナックマンションヘリモミ8-207 Yamanashi, (JP) (74) 代理人 弁理士 青木 朗, 外(AOKI, Akira et al.) 〒105 東京都港区虎ノ門一丁目8番10号 静光虎ノ門ビル 青和特許法律事務所 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 CA; DE(欧州特許), FR(欧州特許), GB(欧州特許), KR, US. 添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR LASER MACHINING USING NON-AXISYMMETRIC PARABOLIC REFLECTOR (54) 発明の名称 非軸バラボラ反射鏡を用いたレーザー加工方法及びそのレーザー加工装置 <div data-bbox="196 1430 820 1917"> (57) Abstract A laser machining apparatus includes laser beam paths (20, 42, 46) for guiding a laser beam from a source of laser beam to a predetermined entrance path, non-axisymmetric parabolic reflectors (22, 50) having a parabolic reflecting plane (24) for receiving an incident laser beam from the laser beam paths (20, 42, 46), holding members (74, 90) for maintaining the parabolic reflectors (22, 50) in a predetermined attitude and a predetermined bearing, and drive means (80, M₆, M₇) for moving the parabolic reflectors (22, 50) held by the holding members (74, 90) along a circular locus in a plane including the optical axis of the incident laser beam or another plane being in parallel with the above plane. The focal point of the laser beam reflected by the parabolic reflectors (22, 50) is moved on the surface (32) to be machined along the circular locus having the same diameter as that of the moving circular locus of the parabolic reflectors (22, 50). </div> <div data-bbox="820 1241 1443 1917"> </div>		

(57) 要約

レーザ光源からのレーザ光を一定入射路に導くレーザ光路(20、42、46)と、そのレーザ光路(20、42、46)のレーザ入射光を受光するパラボラ形反射面(24)を備えた非軸パラボラ反射鏡(22、50)と、その非軸パラボラ反射鏡(22、50)を一定姿勢と一定方位を維持して保持する保持体(74、90)と、その保持体(74、90)に保持された非軸パラボラ反射鏡(22、50)を上記レーザ入射光の光軸を含む平面又は同平面と平行な平面内で円軌跡に沿って移動させる駆動手段(80、M₆、M₇)とを備え、非軸パラボラ反射鏡(22、50)によるレーザ反射光の焦点を、その非軸パラボラ反射鏡(22、50)の移動円軌跡と同径の円軌跡に沿って被加工表面(32)を加工移動させるようにした非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工方法と装置。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT オーストリア
AU オーストラリア
BB バルバードス
BE ベルギー
BF ブルキナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
CA カナダ
CF 中央アフリカ共和国
CG コンゴ
CH スイス
CM カメルーン
DE 西ドイツ
DK デンマーク

ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB イギリス
HU ハンガリー
IT イタリア
JP 日本
KP 朝鮮民主主義人民共和国
KR 大韓民国
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LU ルクセンブルグ
MC モナコ

MG マダガスカル
ML マリ
MR モーリタニア
MW マラウイ
NL オランダ
NO ノルウェー
RO ルーマニア
SD スーダン
SE スウェーデン
SN セネガル
SU ソビエト連邦
TD チャード
TG トーゴ
US 米国

明 細 書

非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工方法及び
そのレーザ加工装置

技術分野

本発明は、非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工方法及びその方法の実施に用いるレーザ加工装置とに関する。

特に、多関節腕型産業用ロボットに非軸パラボラ反射鏡（オフアクシス型パラボラ反射鏡）を組み込んで、高エネルギーを有したレーザ光の焦点を円軌跡に沿って高精度に移動させ、高精度の小径孔レーザ加工を実行可能にするレーザ加工装置と該レーザ加工装置を用いたレーザ加工方法に関するものである。

背景技術

産業用ロボットの動作制御における精度が向上するに従って、最近では、レーザ光源から多関節腕型ロボット機体内にレーザ光を導入し、当該ロボット機体内に設けた光導管路と反射ミラーとにより、最先端のロボット腕の先端に設けた集光ミラーに入射せしめ、その集光された反射レーザ光の焦点を被加工物の表面にノズルから照射してレーザ光の高エネルギーにより切断、溶接等の加工作用を遂行させるレーザロボットが既に提供され、かつ、広く利用されている。この場合に、多関節腕型ロボットのロボット胴、ロボット腕等の可動部の動作をロボット制御装置によりプログラム制御すること

により、ノズル先端を例えば、金属板等のワークに対して所望の経路に沿って移動させ、その結果、ワークを所望の形状に切断したり、所望経路に沿って溶接を行う等のレーザー加工が実行される。特に、ロボット機体の動作自由度を5軸回りに得るようにした5軸多関節腕型ロボットは、三次元空間内における多種の経路に沿ってレーザー光出射用のノズルを移動させることが可能であり、産業用途に好適である。このような5軸多関節腕型レーザーロボットの外形構造と動作自由度が第6図に斜視図でしめされている。この種の5軸多関節腕型レーザーロボットは、ロボットベース部7の上部に旋回胴8が第1の縦軸Ⅰの回りに回転可能に取り付けられ、この旋回胴8の側面に肩関節9が第2軸Ⅱの回りに回転可能に取り付けられ、この肩関節9の一端から上方へロボット第1腕10が延長し、同第1ロボット腕10の先端は肘関節11を介して第2ロボット腕12に結合されている。このとき、第2ロボット腕12は肘関節11において第1ロボット腕10に対して第3軸Ⅲ回りに相対的に回転可能であり、第2ロボット腕12は又、自身の軸線を第4の軸Ⅳとして回転自在に形成されている。当該第2ロボット腕12の先端にはレーザー光出射用のノズル13が第5軸Ⅴの回りに回転可能であり、これらの第1～第5の軸Ⅰ～Ⅴ回りの回転自由度により、ノズル13から出射するレーザー光を被加工物14上で所望の軌跡Lに沿い移動させ、切断や溶接等のレーザー加工作用を行う。レーザー光はレーザー光源から先ず、旋回胴8内に導入され、次いで、肩関節9、第1ロボット腕10、肘関節11、第2ロボット

腕 1 2、ノズル 1 3 の順に進行し、この間に各部に複数個の反射ミラー 1 5 が設けられて、進路変更を受け、先端のレーザ光出射用のノズル 1 3 の集光ミラー 1 6 を経て、焦点位置へ出射される。

然しながら、上述のレーザロボットを用いる場合、被加工表面、例えば、板金表面に数ミリメートル程度の直径の小孔をレーザ加工により穿孔しようとするような場合には、ロボット腕等のロボット可動部の動作を高精度で、且つ高速度で実行させる必要があり、しかも、例えば、ロボット腕の関節部の回転動作を高速度で反転させなければ所望の軌跡に沿ってレーザ光出射ノズルを移動させることが困難になり、また、ロボット腕等の可動部の機械的剛性も高速動作に追従し得るだけの高剛性が必要になる等のロボット制御装置による動作制御が極めて複雑、困難になり、且つ十分な加工精度が得られない問題点がある。

他方、5 軸動作自由度を有したレーザロボットの先端部に特殊なコンパス作動部を装着し、コンパス径を調節可変できるようにすると共に第 6 軸回りに円軌跡に沿うコンパス動作をさせる方法、機構により、穿孔加工を実行する提案も考えられるが、その場合には、上記のコンパス作動部に更にレーザ光誘導用のミラーを複数枚、増設する等の構造的にも複雑になると同時に増設したミラーにおいてレーザ光の反射作用に伴い、エネルギー減衰が発生して加工能力の低下等の不利が生ずる。

発明の開示

依って、本発明の目的は、上述した従来のレーザロボットによって加工することが困難なような小径孔のレーザ加工を容易に実行することが可能なレーザ加工方法とレーザ加工装置とを提供せんとするものである。

又、本発明の他の目的は、光学要素として周知の非軸バラボラ反射鏡を利用してレーザ光の焦点を小径の円軌跡に沿って移動させ得るようにしたレーザ加工方法とレーザ加工装置とを提供せんとするものである。

本発明の更に、他の目的は、多関節型産業用レーザロボットに組み込んで小径孔のレーザ加工を容易に実施可能にする非軸バラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置を提供することにある。

本発明の1アスペクトによれば、上述の目的を達成するために、レーザ光源から光路を介して非軸バラボラ反射鏡にレーザ光を入射せしめ、その反射レーザ光の焦点を被加工表面に一致させ、前記非軸バラボラ反射鏡を、その姿勢、方位を固定したまま前記レーザ入射光の光軸を含む平面又は同平面と平行な平面内で円軌跡に沿って移動せしめ、その結果、前記被加工表面において、前記レーザ反射光の集光点を前記円軌跡と同径の円軌跡に沿って加工移動させるようにした非軸バラボラ反射鏡を用いたレーザ加工方法を提供するものである。

また、本発明の他のアスペクトによれば、レーザ光源からのレーザ光を一定入射路に導くレーザ光路と、前記レーザ光

路のレーザ入射光を受光するパラボラ形反射面を備えた非軸パラボラ反射鏡と、前記非軸パラボラ反射鏡の鏡体を一定姿勢と一定方位を維持して保持する保持体と、前記保持体に保持された非軸パラボラ反射鏡を前記レーザ入射光の光軸を含む平面又は同平面と平行な平面内で円軌跡に沿って移動させる駆動手段とを具備して構成され、前記非軸パラボラ反射鏡によるレーザ反射光の焦点を前記非軸パラボラ反射鏡の移動円軌跡と同径の円軌跡に沿って被加工表面を加工移動させるようにした非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置を提供するものである。又、同レーザ加工装置の前記レーザ光路が、5軸回りに旋回自由度を有した多関節腕型産業用ロボット内に形成された光管路と反射鏡とから成り、又、上述の非軸パラボラ反射鏡、保持体及び駆動手段が、上記多関節腕型産業用ロボットの腕先端に格納、保持されてレーザロボットを提供するものである。

上述のように、非軸パラボラ反射鏡をレーザ光の集光用反射鏡として用い、該非軸パラボラ反射鏡を一定姿勢、一定方位を保ってレーザ光の光軸を含む面または同面に平行な面内で小径の円軌跡に沿い移動させるから、レーザ反射光の焦点も同径の円軌跡に沿い移動し、焦点が結ぶ面に配置された被加工面に小径の孔穿設を行い得るのである。また、レーザロボットの最先端に非軸パラボラ反射鏡等を組み入れた上記のレーザロボットによれば、ロボット腕等のロボット可動要素の動きを用いること無く、小径孔の切断作用を遂行し、通常のレーザ加工をロボット可動部の動作制御で遂行するよう

にできるから、レーザロボットの機能の向上が得られる。

図面の簡単な説明

本発明の上述した目的、他の目的、特徴、利点に就いて以下添付図面に示す実施例に従って更に詳細に説明するが、添付図面において、

第1図は、本発明による非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工方法の作用原理を説明する略示斜視図、

第2図は、多関節腕型レーザロボットの先端部分に本発明に係るレーザ加工装置を組み込んだ状態の配置、構成の概略を説明する部分的な斜視図、

第3図は、第2図に示した同レーザロボットの先端の内部機構を示した部分断面図、

第4図は、レーザ加工装置の拡大断面図、

第5図は、同レーザ加工装置に設けられる平行可動リンク機構と偏心回転手段及び軌跡径調節手段等の円軌跡駆動手段を構成するために用いられる諸要素類の分解斜視図、

第6図は、従来の5軸多関節腕型レーザロボットの外形構造と動作自由度を図示した斜視図。

発明を実施するための最良の態様

さて、第1図を参照すると、本発明のレーザ加工方法の作用原理は、レーザ光源から適宜の中間レーザ光管路（図示なし）を経由して最終段のレーザ光路20中を進行したレーザ光を、非軸パラボラ反射鏡22へ入射せしめ、該非軸パラボラ反射鏡22の鏡面においてその焦点に向けて反射、集光さ

せ、集光されたレーザ光のエネルギーによって所望の切断等のレーザ加工を遂行させるものである。すなわち、先ず、レーザ光路 20 を進行したレーザ光は常に一定方向に向けて該光路 20 から出射して非軸パラボラ反射鏡 22 の反射面 24 にレーザ光束として入射する。上記反射面 24 は、非軸パラボラ面（オフアクシスパラボラ面）でパラボラ鏡面の一部であるから、この反射面 24 で反射されたレーザ光束はパラボラ鏡面の焦点 F に集光する。従って、当該焦点 F に集光したレーザ光は強い光エネルギーを有する。このとき、上記のレーザ光路 20 を不動に保ちつつ、非軸パラボラ反射鏡 22 を移動させる。即ち、レーザ光路 20 を進行した一定のレーザ光束が、常に、非軸パラボラ反射鏡 22 の反射面 24 の一部に入射する条件及び当該非軸パラボラ反射鏡 22 の姿勢と方位を一定に保持する条件の下に、該レーザ光束の光軸を含む平面 26 と平行な平面 28 に沿って非軸パラボラ反射鏡 22 を円軌跡 30 に沿って移動変位させるのである。上記非軸パラボラ反射鏡 22 の姿勢と方位を一定に保持する条件とは、反射面 24 のレーザ光の初期受光方向に平行な鏡体上の 1 基準線 X を平面 28 内で常に同方向に保つことを意味し、このような姿勢、方位条件を維持しつつ、非軸パラボラ反射鏡 22 を円軌跡 30 に沿って実線図示の位置 A から破線図示の位置 B、位置 C の如く移動させると、レーザ光束が集光する焦点位置も当初の位置 F から上記平面 26 と平行な平面 32 上で上記円軌跡 30 と同径の円軌跡 34 に沿って G、H の如く変位し、同円軌跡 34 に沿う変位動作の動作速度を適宜に制

御すると、レーザ光エネルギーによって、平面 3 2 に加工作用が遂行されるのである。故に、平面 3 2 を被加工面 3 2 に設定すれば、該加工面に孔明け加工等の加工処理を施し得るのである。

ここで、本発明によれば、上記の非軸パラボラ反射鏡 2 2 の円軌跡に沿う移動は、平面 2 8 内における 2 次元変位であることから、このような 2 次元動作を起動、制御することは後述の如く、ロボットの多数の可動要素の 3 次元空間内における変位の合成に依って円軌跡変位を遂行させる従来のレーザロボットの動作の場合よりも簡単な機構、手段により遂行することができる。

第 2 図は、上述した非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置を既述の第 6 図に示した 5 軸動作自由度を有した多関節腕型産業用レーザロボットと同様の多関節腕型レーザロボットの腕の最先端に具備させて被加工面に小孔をレーザ光で穿孔する用途に用いる場合の装着状態を示している。同レーザロボットの第 2 ロボット腕 4 0 は、第 6 図のレーザロボットにおける第 2 のロボット腕 1 2 に相当し、第 4 の軸線の回りに回転可能として設けられており、従って、レーザ光は同第 2 ロボット腕 4 0 の根本側から先端へ向けてレーザ光路 4 2 を経て直進し、先端で反射ミラー 4 4 により反射して、直角に進路変更を行い、第 1 図のレーザ光路 2 0 に相当するレーザ光路 4 6 を経て、レーザ加工装置 4 8 内に内蔵された非軸パラボラ反射鏡 5 0 の反射面に入射し、当該非軸パラボラ反射鏡 5 0 で反射されたレーザ光はノズル 5 2 から焦点位置

へ集光される様になっている。ここで、レーザ加工装置 48 は、第 2 ロボット腕 40 の先端で第 5 の軸線 V の回りに回転自由度を有し、かつ、上述のように非軸パラボラ反射鏡 50 を円軌跡に沿って移動変位させ、故にレーザ光焦点も円軌跡に沿って変位させる機構、手段を内蔵した構成を有し、その具体的実施例の構造は以下に、第 3 図～第 5 図に基づき詳述する如く、2つのモータ M_6 、 M_7 を駆動源とした円軌跡の直径を加減調節可能な自動軌跡装置として構成されている。

第 3 図は、第 2 図に示した 5 軸動作自由度型の多関節腕型レーザロボットの第 2 ロボット腕 40 の詳細な構造とレーザ加工装置 48 の内部構造とを幾分、詳細に図示した断面図である。第 2 ロボット腕 40 は、肘関節 38 に関して第 4 軸 IV の回りに回転可能に設けられており、第 2 ロボット腕 40 内の略中心部に前記のレーザ光路 42 が延設されている。この第 2 ロボット腕 40 は、肘関節 38 内に設けられた第 4 軸駆動モータ M_4 を回転駆動源にして減速歯車対 62 を介して回転駆動され、軸受 64 に支承されて回転する。

他方、上記肘関節 38 内には第 5 軸モータ M_5 が設けられており、この第 5 軸モータ M_5 の回転出力は、減速歯車対 66 を介して中空軸 68 を第 2 ロボット腕 40 の内部で軸受 70 の支承のもとに回転せしめる。この中空軸 68 の回転は、同中空軸 68 の端部に設けたベベルギヤ機構 72 を介してレーザ加工装置 48 を、第 2 ロボット腕 40 に対して、軸受 73 の支承を介して第 5 軸 V の回りに回転させる構成に成っている。第 2 ロボット腕 40 の端部に固設した反射ミラー 44

は、レーザ光路 42 内を直進したレーザ光を、レーザ光路 46 の方向へ直角に進路変更させるように反射させるように設けられ、非軸パラボラ反射鏡 50 のパラボラ形の反射鏡面へレーザ光を入射させる。上記のレーザロボットは、上述の第 4 軸 IV、第 5 軸 V の両軸と共に既述の第 6 図の従来のレーザロボットと同様に第 1 ～ 第 3 軸 I ～ III（図示なし）回りの動作自由度を有するから、これら動作軸による動作を制御して従来のレーザロボットと同様にレーザ加工装置 48 を 3 次元空間内で動作させ、その間にレーザ加工装置 48 とノズル 52 を介してレーザ光を出射することにより、切断や溶接等のレーザ加工作業を遂行することも勿論可能である。然しながら、本発明のレーザ加工装置 48 は、これらロボット動作の制御によるレーザ加工作業では困難な小径孔のレーザ加工を容易化するために、レーザ加工装置 48 内に内蔵されたレーザ光集光点（焦点）の円軌跡動作駆動手段を作動させて、被加工面に小径の孔の自動穿設をも行うことができるのである。上述した円軌跡動作駆動手段の動作源は既述のように好適にはサーボモータから成るモータ M_6 、 M_7 に依って構成され、これらはの 2 つのモータ M_6 、 M_7 により、円軌跡の径の調節と、同調節された径による円軌跡動作とが自動遂行されるものであり、非軸パラボラ反射鏡 50 は、2 段構造の平行リンク機構 74 によりレーザ加工装置 48 内部に既述の一定姿勢と一定方位を維持した状態で支持されている。

ここで、レーザ加工装置 48 を拡大図示した第 4 図を参照すると、同加工装置 48 は中空円筒体の形状を有したケース

90を有し、このケース90内の上部室92内にモータM₇とM₇とを駆動源として備えた円軌跡駆動用の駆動手段と円軌跡の径調節手段とにより構成される駆動手段80が収納され、また、環状の隔壁95の下方の下部室94内に上記平行リンク機構74に支持された非軸パラボラ反射鏡50が収納されている。この下部室94の下端にレーザ光出射用のノズル52が、レーザ光の漏洩を防止する密閉手段を介して非軸パラボラ反射鏡50と一緒に円軌跡回転が可能に装着されている。下部室94の側部にはレーザ光路46からレーザ光を受光する開口96が設けられ、この開口96を形成する突出部の端部に前述したロボット動作の第5軸V回りの回転機構を形成するベベルギヤ機構72の被駆動側ベベルギヤ72が設けられている。2段構造の平行リンク機構74は上段側のリンクが後述のように上記隔壁95にピボットを介して枢着され、下段側のリンクはピボットを介して非軸パラボラ反射鏡50の上端面に枢着されて、非軸パラボラ反射鏡50を円軌跡沿いに平行移動可能に支持しているものである。同非軸パラボラ反射鏡50は、その上端面から上方へ延長した突出軸50aを有し、この突出軸50aは、上部室92内の円軌跡移動用の駆動手段80に係合している。即ち、駆動手段80は、駆動モータM₇の出力歯車に噛合した内歯歯車81を有してケース90の内周壁に保持された第1の回転軸受82を介して減速回転される（回転中心C₁）回転リング85、この回転リング85の底部に形成された円形の偏心開口部85aに保持された第2の回転軸受83を介して回転可能に支

持され、駆動モータM₆の出力歯車に嚙合した内歯86を有する偏心調節リング87、この偏心調節リング87の底部に開口された円形の偏心開口部87aに保持された第3の回転軸受84等を具備した構成され、非軸パラボラ反射鏡50の突出軸50aは、第3の回転軸受84の軸孔に嵌合、保持されている。尚、偏心調節リング87を駆動する駆動モータM₇は、回転リング85の底部から起立したブラケット85b上に保持され、この結果、回転リング85が駆動モータM₇により駆動されて回転中心C₁の回りに回転するとき、駆動モータM₆や偏心調節リング87も共に回転中心C₁の回りに一体となって回転する。

ここで、上述した構成を有する駆動手段80の作用を説明する。

先ず、駆動モータM₆を駆動して偏心リング87を回転駆動すると、この偏心リング87は回転リング85の偏心開口部85aに保持された第2の回転軸受83を介して該偏心開口部85aに対して回転するから、該偏心調節リング87の偏心開口部87aに第3の回転軸受84を介して支持した非軸パラボラ反射鏡50の突出軸50aは、外側の回転リング85の回転中心C₁に対して相対的なずれ量Eを増減調節されることになる。このずれ量Eは、次に回転リング85が、駆動モータM₇により駆動されて第1の回転軸受82を介して回転中心C₁の回りに回転するとき、突出軸50aを有した非軸パラボラ反射鏡50の中心が同回転中心C₁の回りに回転する際の円軌跡の半径を調節することになるのである。

ここで、既述のように、非軸パラボラ反射鏡 50 は、平行リンク機構 74 に支持れることにより、一定の姿勢と方位を保持したままで回転リング 85 の回転中心 C_1 のまわりに回転し、その結果、同非軸パラボラ反射鏡 50 の鏡面で反射されて焦点に集光するレーザ光の集光点は調節された半径を有する円軌跡に沿って平面上を移動することになる。従って、非軸パラボラ反射鏡 50 がレーザ光を受光していると、レーザ光の集光点が、円軌跡に沿って移動し、その移動軌跡に沿ってレーザ加工を施すことになるのである。

ここで、第 5 図を参照すると、上述した円軌跡の駆動手段 80 における第 1 ～第 3 の回転軸受 82 ～84、ケース 90 の隔壁 95、この隔壁 95 の下面にピボット 75 を介して枢着された上段リンク 76 a、この上段リンク 76 a にピボット 77 を介して枢着された中間リンク 76 b、該中間リンク 76 b とピボット 78 を介して枢着された下段リンク 76 c、同下段リンク 76 c とピボット 79 を介して枢着された非軸パラボラ反射鏡 50 とを分解図示している。平行リンク機構 74 は上段と中間の両リンク 76 a、76 b により第 1 段のリンク動作機構を形成し、また、中間リンク 76 b と下段リンク 76 c により第 2 段のリンク動作機構を形成し、これら第 1、第 2 段目のリンク動作機構が非軸パラボラ反射鏡 50 の円軌跡動作中に、その反射面の姿勢、方位とをレーザ入射光に対して常に一定した位相状態に維持し、その結果、非軸パラボラ反射鏡 50 の焦点に集光されたレーザ光の集光点は安定、正確に偏心調節機構で調節された径の円軌跡に沿って

移動、変位し、所望のレーザ加工作用を遂行するのである。

以上、本発明を実施例に基づいて説明したが、本発明によるレーザ加工方法と装置によれば、レーザ光出射用のノズルから出射されたレーザ光の集光点を円軌跡に沿って移動させ、被加工面に小径の孔をレーザ加工で穿設することが可能であり、このようなレーザ加工装置を産業用レーザロボットのロボット腕先端に具備させれば、ロボット動作制御によるレーザ出射光の制御を行って所望のレーザ加工を遂行する過程で、被加工面、例えば、板金面に小孔を穿孔する必要が生じたときには、従来のようにロボット動作の合成で出射光を制御する複雑な制御方法で遂行することなく、簡単に小径孔の径を調節して小径孔穿設作業を達成することができるのである。

上述の説明から明らかなように、本発明によれば、レーザ光を加工エネルギーに用いた小孔の穿孔加工を、周知の非軸バラボラ反射鏡を用い、この非軸バラボラ反射鏡を円軌跡に沿い一定姿勢、方位を保持したまま移動させる独立の手段を駆使して簡単に且つ高精度に達成することができる。しかも、加工する小孔は、その半径を適宜に調節可能であり、小径孔の穿孔に加えて、必要に応じて小径円軌跡に沿う溶接加工作業も比較的簡単に且つ、高精度で遂行することができる。特に、このようなレーザ加工装置を従来から使用されている多関節腕型産業用レーザロボットの腕の先端に具備させれば、レーザ出射装置を、ロボット動作の制御により遂行する手段とは独立な駆動手段を作動させて小孔のレーザ加工を遂行し得るから、小径孔の軌跡に沿うレーザ光の集光点の移動をロ

ボット動作の合成で遂行した従来技術の場合に比較して動作制御が簡単に成り、かつ、その動作を高精度に実行させることができる。

請求の範囲

1. レーザ光源から光路を介して非軸パラボラ反射鏡にレーザ光を入射せしめ、

その反射レーザ光の焦点を被加工表面に一致させ、

前記非軸パラボラ反射鏡を、その姿勢、方位を固定したまま前記レーザ入射光の光軸を含む平面又は同平面と平行な平面内で円軌跡に沿って移動せしめ、

その結果、前記被加工表面において、前記レーザ反射光の集光点を前記円軌跡と同径の円軌跡に沿って加工移動させるようにしたことを特徴とする非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工方法。

2. 前記レーザ入射光は、前記非軸パラボラ反射鏡の円軌跡移動時に不動維持され、かつ前記非軸パラボラ反射鏡の円軌跡移動は、該反射鏡面により前記レーザ入射光を受光し得る小径の円軌跡移動であり、以て小径孔を前記被加工表面に加工するようにした請求の範囲 1 に記載の非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工方法。

3. レーザ光源からのレーザ光を一定入射路に導くレーザ光路と、

前記レーザ光路のレーザ入射光を受光するパラボラ形反射面を備えた非軸パラボラ反射鏡と、

前記非軸パラボラ反射鏡の鏡体を一定姿勢と一定方位を維持して保持する保持体と、

前記保持体に保持された非軸パラボラ反射鏡を前記レーザ

入射光の光軸を含む平面又は同平面と平行な平面内で円軌跡に沿って移動させる駆動手段とを、

具備し、前記非軸パラボラ反射鏡によるレーザ反射光の焦点を前記非軸パラボラ反射鏡の移動円軌跡と同径の円軌跡に沿って被加工表面を加工移動させるように構成されたことを特徴とする非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置。

4. 前記非軸パラボラ反射鏡の保持体は、上下に段設された平行可動リンク機構から成り、前記平行可動リンク機構の一端が前記非軸パラボラ反射鏡に枢着され、他端が適宜固定枠体に枢着されている請求の範囲3に記載の非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置。

5. 前記駆動手段は、前記非軸パラボラ反射鏡の鏡体の中心軸線を、一定の縦軸線からの偏心量を半径にして該一定縦軸線回りに旋回させる偏心旋回手段と、

前記偏心量を調節して円軌跡の半径値を調節する軌跡径調節手段とを、

具備して成る請求の範囲3又は4に記載の非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置。

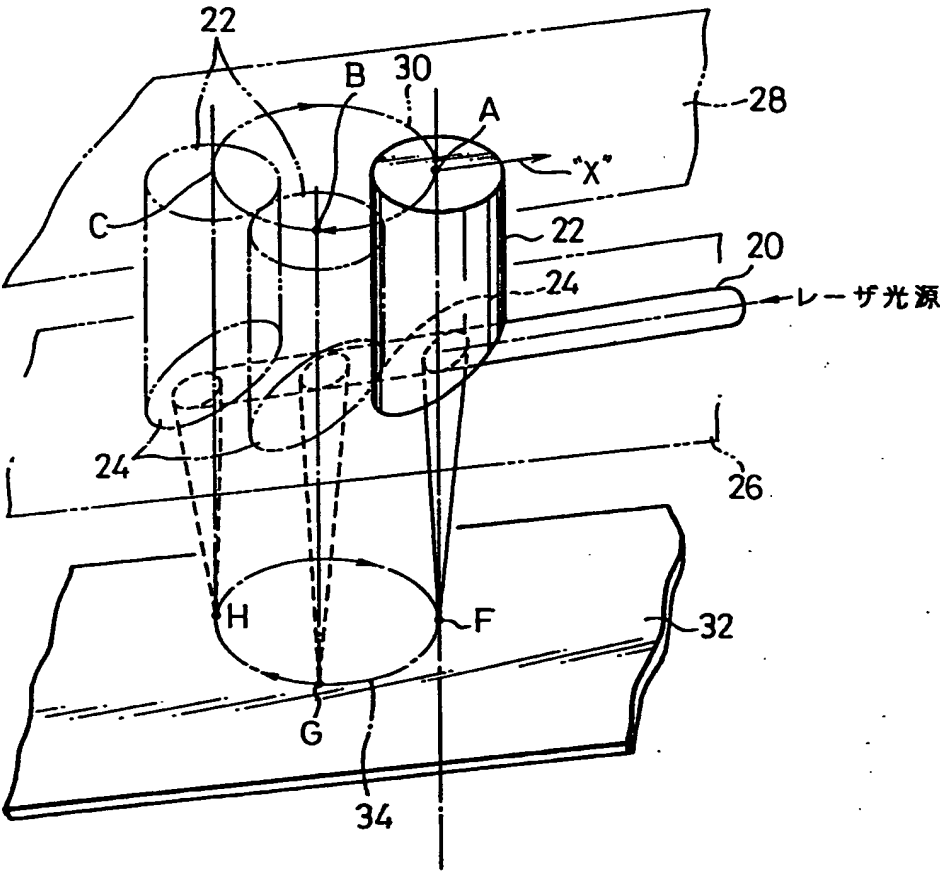
6. 前記偏心旋回手段と前記軌跡径調節手段は夫々、モータを駆動源に具備する請求の範囲5に記載の非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置。

7. 前記モータがサーボモータである請求の範囲6.に記載の非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置。

8. 前記レーザ光路が、5軸回りに旋回自由度を有した多関節腕型産業用ロボット内に形成された光導管と反射鏡と

から成り、かつ前記非軸パラボラ反射鏡、前記保持体及び前記駆動手段が、前記多関節腕型産業用ロボットの腕先端に格納、保持されている請求の範囲 3 に記載の記載の非軸パラボラ反射鏡を用いたレーザ加工装置。

Fig.1



$\frac{2}{8}$

Fig. 2

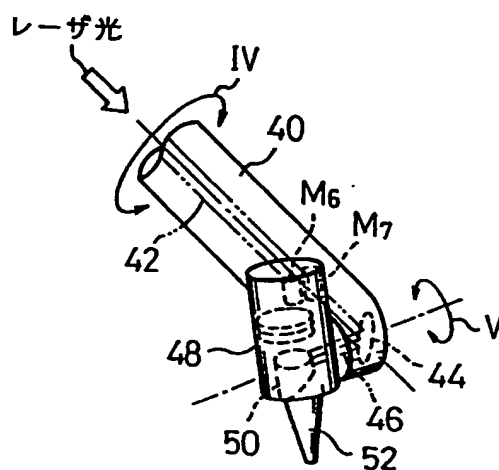
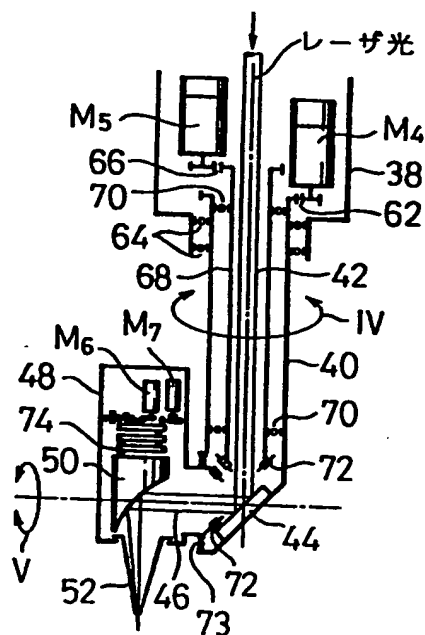
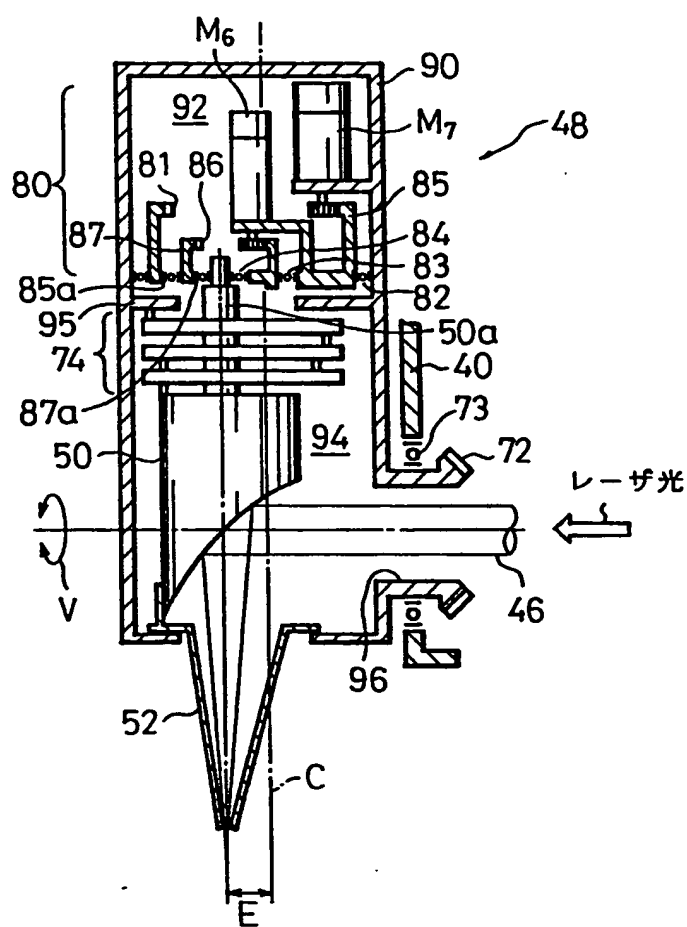


Fig. 3



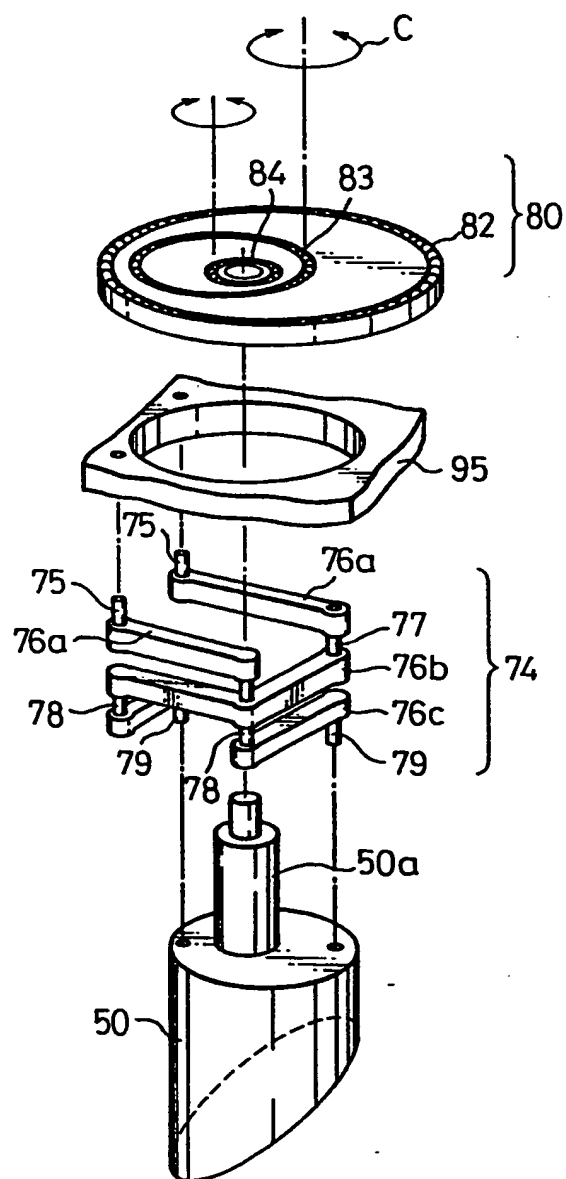
$\frac{3}{8}$

Fig. 4



4/8

Fig. 5



(6/8)

参照番号・事項の一覧表

- 7 …ロボットベース部、
- 8 …旋回胴、
- 9 …肩関節、
- 10 …第1ロボット腕、
- 11 …肘関節、
- 12 …第2ロボット腕、
- 13 …ノズル、
- 14 …被加工物、
- 15 …反射ミラー、
- 16 …集光ミラー、
- 20、42、46 …レーザ光路、
- 22、50 …非軸パラボラ反射鏡、
- 24 …反射面、
- 26 …レーザ光光軸を含む平面、
- 28 …レーザ光軸を含む平面に平行な平面、
- 30 …円軌跡、
- 32 …平面（被加工面）、
- 34 …円軌跡、
- 40 …第2ロボット腕、
- 44 …反射ミラー、
- 48 …レーザ加工装置、
- 50a …突出軸、
- 52 …ノズル、

(7/8)

- 6 2 …減速齒車対、
- 6 4 …軸受、
- 6 6 …減速齒車対、
- 6 8 …中空軸、
- 7 0 …軸受、
- 7 2 …ベベルギヤ機構、
- 7 3 …軸受、
- 7 4 …平行リンク機構、
- 7 5 …ピボット、
- 7 6 a …上段リンク、
- 7 6 b …中間リンク、
- 7 6 c …下段リンク、
- 7 7 …ピボット、
- 7 8 …ピボット、
- 7 9 …ピボット、
- 8 0 …駆動手段、
- 8 1 …内齒車、
- 8 2 …回転軸受、
- 8 3 …回転軸受、
- 8 4 …回転軸受、
- 8 5 …回転リング、
- 8 5 a …偏心開口部、
- 8 5 b …ブラケット、
- 8 6 …内齒、
- 8 7 …偏心調節リング、

(8/8)

8 7 a … 偏心開口部、

9 0 … ケース、

9 2 … 上部室、

9 4 … 下部室、

9 5 … 隔壁、

9 6 … 開口、

M₆、M₇ … 駆動モータ。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No **PCT/JP90/00254**

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) * According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> Int. Cl⁵ B23K26/08 </div>						
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> Minimum Documentation Searched ⁷ </div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%; border: none;">Classification System </td> <td style="border: none;">Classification Symbols</td> </tr> </table> <div style="margin-top: 10px;"> IPC B23K26/00 - 26/18 </div>			Classification System	Classification Symbols		
Classification System	Classification Symbols					
<div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸ </div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">Jitsuyo Shinan Koho</td> <td style="width: 50%; border: none;">1926 - 1989</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td style="border: none;">1971 - 1989</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1989	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1989
Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1989					
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1989					
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹						
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³				
A	JP, A, 56-47289 (Hitachi, Ltd.), 28 April 1981 (28. 04. 81), Line 8, column 5 to line 17, column 6 & US, A, 4,367,017	1 - 8				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>¹⁰ Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>						
IV. CERTIFICATION						
Date of the Actual Completion of the International Search <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> May 16, 1990 (16. 05. 90) </div>		Date of Mailing of this International Search Report <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> May 28, 1990 (28. 05. 90) </div>				
International Searching Authority <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> Japanese Patent Office </div>		Signature of Authorized Officer				

国 際 調 査 報 告

国際出願番号PCT/JP 90/ 00254

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ⁵ B23K26/08		
II. 国際調査を行った分野		
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料		
分 類 体 系	分 類 記 号	
IPC	B23K26/00-26/18	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1926-1989年 日本国公開実用新案公報 1971-1989年		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の ※ カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
A	JP, A, 56-47289 (株式会社 日立製作所), 28. 4月. 1981 (28. 04. 81), 第5欄第8行-第6欄第17行, & US, A, 4,367,017	1-8
<p>※ 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリーの文献</p>		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日 16. 05. 90	国際調査報告の発送日 28.05.90	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)	権限のある職員 特許庁審査官 松 本 貢	4 E 7 9 2 0